

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001177158  
PUBLICATION DATE : 29-06-01

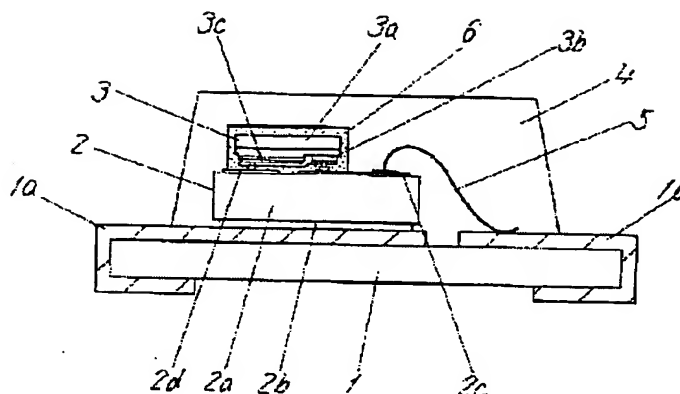
APPLICATION DATE : 16-12-99  
APPLICATION NUMBER : 11357252

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRONICS  
INDUSTRY CORP;

INVENTOR : MAEDA TOSHIHIDE;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING  
DEVICE AND MANUFACTURING  
METHOD THEREFOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light emitting device for obtaining pure white light emission by optimizing the thickness of a resin layer for wavelength converting the light from the main light extracting surface of a flip-chip light emitting element into white color.

SOLUTION: An optical light emitting device having a flip-chip semiconductor light emitting element 3 is obtained by laminating a compound semiconductor on the surface of a transmissive board 3a, forming p-type side and n-type side electrodes 3c, 3b on the surface of the semiconductor, conductively loading the electrodes 3c, 3d on a surface, and forming the rear surface of the board as a main light extracting surface. In this case, at least the main light extracting surface of the board 3a is covered with the transmissive wavelength conversion layer 6 containing wavelength conversion phosphor, and the surface of the layer 6 is polished and created so as to become parallel to the main light extracting surface.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(11)特許出願公開番号

特開2001-177158

(P2001-177158A)

(43)公開日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H O I L 33/00

識別記号

FI

H O 1 L 33/00

テーマト\* (参考)

N 5 F 0 4 1

A

E

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-357252

(22) 出願日

平成11年12月16日(1999.12.16)

(71)出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72)発明者 根井 正美

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(72)発明者 北園 俊郎

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(74) 代理人: 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

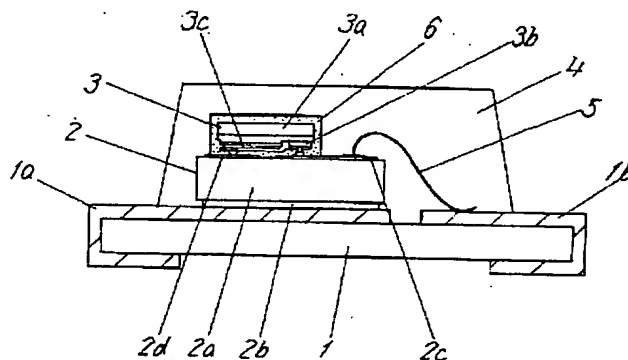
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ型の発光素子の主光取出し面からの光を白色に波長変換する樹脂層の層厚を最適化して純粋な白色発光が得られる半導体発光装置及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 光透過性の基板 3 a の表面に化合物半導体を積層し、この化合物半導体の表面側に p 側及び n 側の電極 3 c、3 b を形成し、これらの p 側及び n 側の電極 3 c、3 b を実装面に導通搭載し且つ前記基板の裏面側を主光取出し面としたフリップチップ型の半導体発光素子 3 を含む半導体発光装置であって、少なくとも基板 3 a の主光取出し面を、波長変換用の蛍光物質を含有した光透過性の波長変換層 6 によって被覆し、この波長変換層 6 の表面を主光取出し面と平行となるように研磨創成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過性の基板の表面に化合物半導体を積層し、前記化合物半導体の表面側にp側及びn側の電極を形成し、前記p側及びn側の電極を実装面に導通搭載し且つ前記基板の裏面側を主光取出し面としたフリップチップ型の半導体発光素子を含む半導体発光装置であって、少なくとも前記基板の主光取出し面を、波長変換用の蛍光物質を含有した光透過性の波長変換層によって被覆し、前記波長変換層の表面を前記主光取出し面と平行となるように研磨創成したことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】 前記発光素子は、前記基板として透明のサファイアを用い且つ前記化合物半導体をGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系化合物半導体として構成したことを特徴とする請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の半導体発光装置の製造方法であって、

(1) 前記発光素子の基板が上を向く姿勢として前記p側及びn側の電極をそれぞれ導通基板側に導通搭載する工程と、

(2) 少なくとも前記基板が上を向いた面として形成される主光取出し面を含めて前記発光素子の周りを、波長変換用の蛍光物質を含有する樹脂材料によって被膜する工程と、

(3) 前記樹脂材料の上面を前記基板の主光取出し面と平行となるように研磨する工程と、

(4) 前記導通基板をダイシングしてチップ化する工程とを含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえば青色発光の発光ダイオードによる発光を波長変換して白色発光を得るようにした半導体発光装置に係り、特にフリップチップ型の発光素子を用いてその主光取出し面からの白色発光の色度を最適化した半導体発光装置及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】青色発光の発光ダイオード（以下、「LED」と記す）は、近來になって、Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>、GaAlN、InGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>及びInAlGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>等のGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系化合物半導体を利用することによって、発光輝度の高い製品が得られるようになった。そして、この青（B）のLEDと旧来からの赤（R）、緑（G）発光のLEDとの組合せにより、これらのLEDの3個を1ドットとする高画質のフルカラー画像の形成が可能となった。

【0003】LEDの分野では、フルカラー対応には光の三原色のR、G、B（青）が必要であるから、これらの発光色のLEDのより一層の開発と改良が主である。その一方で、たとえばR、G、Bの合成によってしか得られない白色発光を単一のLEDで達成しようとする試

みも既になされている。このような試みの一つとして、たとえば特開平7-99345号公報に開示されたものがある。

【0004】この公報に記載のLEDは、図4の概略図に示すように、発光チップ50を搭載するリードフレーム51のマウント部51aを含めて樹脂（図示せず）によって封止するいわゆるLEDランプのタイプとしたものである。そして、発光チップ50の発光波長を変えて異なった発光色とするために、発光チップ50の周りのマウント部51aを蛍光物質を含んだ樹脂52で封止した構成を持つ。すなわち、旧来のLEDランプでは発光チップを搭載するリードフレームの先端部を含めて被覆するとともにレンズ機能も兼ねるエポキシ樹脂の単層で封止していたものに代えて、発光チップ周りに波長変換用の樹脂層を形成し、その周りをエポキシ樹脂で封止したものである。

【0005】また、図4のマウント部に発光チップを搭載して砲弾型に樹脂封止するLEDランプに代えて、本願出願人は、サブマウント素子の上にp側及びn側の電極を向下向きにして実装したフリップチップ型の発光素子の周りを蛍光物質を含む樹脂パッケージで封止した白色発光の半導体装置を提案し、特願平11-3788号として出願した。この出願に係る半導体発光装置においても、発光素子からの青色発光を蛍光物質によって波長変換して白色発光が可能である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】LEDランプの場合では、発光チップ50を搭載するマウント部51aの内面を光反射面として利用するので、図示の例のようにマウント部51aをすり鉢状とすることが有効である。この場合、樹脂52はディスペンサによってマウント部51aに注入されるので、その厚さを高精度で制御することは非常に難しく、発光チップ50の上面と蛍光物質を含んだ樹脂52の表面との間の層厚Aを設定された所定値にすることは現状では不可能である。

【0007】ここで、発光チップ50がたとえばサファイアを基板とするGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系化合物半導体を利用した半導体発光素子であると、基板を上向きにしてその上面が最も発光輝度が高い主光取出し面となる。一方、発光チップ50の上面に被さる蛍光物質を含む樹脂52の層厚Aが製品ごとにばらつくと、発光チップ50からの光の変換効率が不均一となって目的とする純粋な白色発光は得られない。すなわち、樹脂52の層厚Aが適正值より大きいほど発光チップ50からの青色発光が黄緑色に変換される割合が高くなって緑っぽい発光色となり、層厚Aが適正值より小さいと青色がかった発光色となる。このように、リードフレーム51のマウント部51aに発光チップ50を搭載してディスペンサによって蛍光物質を含む樹脂52を充填する方式では、蛍光物質による変換効率の均一化が達成できないので、白色発光の半導体発

光装置としては適切でない面がある。

【0008】一方、本願出願人による先の出願のフリップチップ型の発光素子周りを蛍光物質含有の樹脂パッケージで封止するものでは、ウエハ状態にある基板材に発光素子を実装搭載した後にこの発光素子の周囲全体を包み込む金型をセットし、この金型に樹脂を注入することで樹脂パッケージを形成できる。このような樹脂パッケージの形成方法では、樹脂パッケージの厚さは金型の形状によって一様に決められる。したがって、ダイシング後の最終製品では、発光素子の周りに金型により創成されたほぼ一様な厚さの樹脂パッケージが形成されるはずである。

【0009】しかしながら、たとえばエポキシ樹脂を生地として各種の蛍光物質を混入したものを材料とするので、蛍光物質の混入濃度や粒子の大きさによって金型による最適な成形条件はさまざまに変わる。たとえば、樹脂の熔融温度や徐冷硬化の関係などから硬化成形後の樹脂パッケージの肉厚に微妙な影響を与え、成形された樹脂パッケージの肉厚を全ての製品について設計値にすることは非常に困難である。

【0010】このようにフリップチップ型の発光素子を蛍光物質含有の樹脂で封止する場合では、図4で示したリードフレーム51のマウント部51aに樹脂をディスペンサで注入する場合に比べると、発光素子の主光取出し面を被膜する樹脂の厚さをある程度一様化できる。しかしながら、フリップチップ型の発光素子であっても、蛍光物質を含む樹脂の厚さが製品ごとに微妙に異なることは避けられない。そして、蛍光物質を含む樹脂の厚さが波長変換率に大きく影響するので、金型で樹脂パッケージを形成しただけでは、純粋な白色発光の製品の製造という面からは歩留まりが低下しやすい。

【0011】本発明は、フリップチップ型の発光素子の主光取出し面からの光を白色に波長変換する樹脂層の層厚を最適化して純粋な白色発光が得られる半導体発光装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、光透過性の基板の表面に化合物半導体を積層し、前記化合物半導体の表面側にp側及びn側の電極を形成し、前記p側及びn側の電極を実装面に導通搭載し且つ前記基板の裏面側を主光取出し面としたフリップチップ型の半導体発光素子を含む半導体発光装置であって、少なくとも前記基板の主光取出し面を、波長変換用の蛍光物質を含有した光透過性の波長変換層によって被覆し、前記波長変換層の表面を前記主光取出し面と平行となるように研磨創成したことを特徴とする。

【0013】また、このような半導体発光装置を製造するための本発明の製造方法は、(1)前記発光素子の基板が上を向く姿勢として前記p側及びn側の電極をそれぞれ導通基板側に導通搭載する工程と、(2)少なく

とも前記基板が上を向いた面として形成される主光取出し面を含めて前記発光素子の周りを、波長変換用の蛍光物質を含有する樹脂材料によって被膜する工程と、

(3)前記樹脂材料の上面を前記基板の主光取出し面と平行となるように研磨する工程と、(4)前記導通基板をダイシングしてチップ化する工程とを含むことを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、光透過性の基板の表面に化合物半導体を積層し、前記化合物半導体の表面側にp側及びn側の電極を形成し、前記p側及びn側の電極を実装面に導通搭載し且つ前記基板の裏面側を主光取出し面としたフリップチップ型の半導体発光素子を含む半導体発光装置であって、少なくとも前記基板の主光取出し面を、波長変換用の蛍光物質を含有した光透過性の波長変換層によって被覆し、前記波長変換層の表面を前記主光取出し面と平行となるように研磨創成したことを特徴とする半導体発光装置であり、主光取出し面を被覆する波長変換層の厚さを均一化できるので主光取出し面からの光の波長変換率を一様化でき色度むらのない発光が得られるという作用を有する。

【0015】請求項2に記載の発明は、前記発光素子は、前記基板として透明のサファイアを用い且つ前記化合物半導体をGa<sub>x</sub>N<sub>1-x</sub>系化合物半導体として構成したことを特徴とする請求項1記載の半導体発光装置であり、Ga<sub>x</sub>N<sub>1-x</sub>系化合物半導体の高輝度の青色発光を蛍光物質含有の波長変換層によって白色発光に変換して発光させるという作用を有する。

【0016】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の半導体発光装置の製造方法であって、(1)前記発光素子の基板が上を向く姿勢として前記p側及びn側の電極をそれぞれ導通基板側に導通搭載する工程と、(2)少なくとも前記基板が上を向いた面として形成される主光取出し面を含めて前記発光素子の周りを、波長変換用の蛍光物質を含有する樹脂材料によって被膜する工程と、(3)前記樹脂材料の上面を前記基板の主光取出し面と平行となるように研磨する工程と、(4)前記導通基板をダイシングしてチップ化する工程とを含むことを特徴とする半導体発光装置の製造方法であり、樹脂材料を主光取出し面と平行になるように研磨して波長変換層を形成することで色度むらのない波長変換光が得られるとともに、研磨量を調整することで波長変換度も調節でき発光色の色調の調整も自在に行えるという作用を有する。

【0017】以下、本発明の実施の形態について図面に基づき説明する。

【0018】図1は本発明の一実施の形態による半導体発光装置の概略縦断面図である。

【0019】図示のように、本発明の半導体発光装置は、実装基板1と、その上に搭載したサブマウント素子

2と、その上に搭載した発光素子3と、これらのサブマウント素子2及び発光素子3を含めて封止した透明の樹脂パッケージ4とを主な部材としたものである。そして、発光素子3の周りには、後述するように、白色化のための蛍光物質の波長変換層がそれぞれ形成されている。

【0020】実装基板1は絶縁性であって、従来のフリップチップ型の半導体発光素子と同様にウエハ状態の基板材にスリットを切開したものを用い、このスリットを通して電極1a、1bをメッキ法によって実装基板1の表裏両面にかけて形成したものである。また、樹脂パッケージ4はサブマウント素子2及び発光素子3の実装及びワイヤボンディングの後にウエハ状態の基板材の表面を樹脂で封止し、最終工程のダイシングによって図示の形状の実装基板1及び樹脂パッケージ4として創成される。

【0021】サブマウント素子2はn型のシリコン基板2aを用いたもので、このシリコン基板2aの底面には実装基板1の電極1aに導通搭載されるn電極2bを形成している。また、シリコン基板2aの上面には、このシリコン基板2aの一部に形成したp型半導体領域に接触するp側電極2cとn型半導体領域に接触するn側電極2dがそれぞれ形成されている。

【0022】発光素子3は、従来技術の項で述べたGaN系化合物半導体を利用した高輝度の青色発光のLEDである。この発光素子3は、サファイアを素材とした基板3aの表面に、たとえばGaNのn型層、InGaNの活性層及びGaNのp型層を積層したものである。そして、従来周知のように、p型層の一部をエッチングしてn型層を露出させ、この露出したn型層の表面にn側電極3bを形成し、p型層の表面にはp側電極3cを形成し、n側電極3bをサブマウント素子2のp側電極2cに及びp側電極3cをサブマウント素子2のn側電極2dにそれぞれバンプ電極を介して接合している。

【0023】更に、サブマウント素子2のp側電極2cと実装基板1の電極1bとの間にはワイヤ5がボンディングされている。なお、実装基板1は電子機器等の配線基板に実装され、それぞれの電極1a、1bをこの配線基板の配線パターンに実装搭載することにより、発光素子3をサブマウント素子2を介して電源回路側に導通させる。また、樹脂パッケージ4は、従来からLEDランプの分野で使用されている光透過性のエポキシ樹脂を素材としたものである。

【0024】ここで、本発明では、発光素子3の周りを波長変換層6で被覆し、この波長変換層6を樹脂パッケージ4で封止して保護している。波長変換層6は先に説明した特願平11-3788号の出願明細書にも記載しているように、発光素子3の青色発光を白色に変換するための蛍光物質をエポキシ樹脂に混入したものである。この青色発光を白色発光に変換する蛍光物質は、発光素

子3の発光色である青色と補色の関係を持つものであればよく、蛍光染料、蛍光顔料、蛍光体などが利用でき、たとえば $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12} : Ce$ などが好適である。

【0025】波長変換層6は発光素子3からの青色発光を白色発光に変換するが、その変換効率には波長変換層6の厚さに依存する。すなわち、前述のように波長変換層6が所定値よりも厚いと緑がかった発光色となり、所定値より薄いと青みが強い発光色となり、厚さが異なる部分の発光観測面からの光は白色光から外れた色調となりやすい。したがって、波長変換層6の厚さは発光素子3の全方位で同じ厚さであって最適な効率で白色光に変換できるように設定することが好ましい。しかしながら、先に説明したように、現状の製造技術の面からは波長変換層6を一樣な厚さに成形することは非常に困難である。

【0026】一方、透明のサファイアを基板3aとするGaN系化合物半導体による発光素子3では、InGaNの活性層からの発光の大部分は基板3aの上面から放出される。すなわち、図1において基板3aの上面が主光取出し面となり、この主光取出し面からの青色発光を純粋な白色に変換すれば、全体として良好な白色発光が得られる。無論、波長変換層6は主光取出し面だけでなく基板3aの側面からあるいはp側、n側の電極3c、3bの形成部分からも光は放出されるが、目的とする発光方向は図1において上向きであり、これらの側面や電極形成面側からの発光は用途への貢献度は比較的小さい。したがって、主光取出し面からの光を純粋な白色発光とすれば半導体発光装置として満足なものが得られ、この主光取出し面すなわちサファイアの基板3aの上面を被覆している部分の波長変換層6の厚さを均等にすれば色度むらのない発光が得られることになる。なお、波長変換層6は発光素子3の側面及び電極形成面側も含めて封止しているので、発光素子3の全体からの光を白色に波長変換されることに変わりはない。

【0027】ここで、波長変換層6をその中に含んだ蛍光物質が青色発光により励起されて白色発光として観察される。この場合、波長変換層6の厚さが波長変換率を一義的に決めるので、発光素子3の表面を被覆する波長変換層6の厚さが均一であること及びその厚さが最適値であるかが重要な因子となる。これに対し、本発明者らは波長変換層6を形成した後にその表面を研磨すれば主光取出し面と間の厚さを一樣化できることを知見し、さらにその最適厚さを経験的に導出した。図2にサブマウント素子2と発光素子3による複合化素子の製造工程の概略を順に示す。

【0028】図2において、予めダイシングによってチップ化した発光素子3をサブマウント素子用の基板材11に予め形成したバンプ電極11a、11bにp側及びn側の電極3c、3bを位置合わせし、バキュームヘッ

ドによって発光素子3を基板材11に実装してチップ接合する(同図(a))。次いで、蛍光物質を含んだ樹脂材料12を塗布または金型によって発光素子3の全体を被覆する(同図(b))。この樹脂材料12の塗布または金型による形成では、図中のように表面に凹凸ができたりして様な平坦度が得られないので、研磨ヘッド13によって樹脂材料12の上面を研磨する(同図(c))。最後に、ダイサー14によって基板材11をダイシングすることによって図1に示したサブマウント素子2と発光素子3とによる複合化素子が得られる。

【0029】このような製造工程では、基板材11の上に発光素子3の基板3aの上面が水平姿勢となるように実装しておき、研磨工程で研磨ヘッド13を高精度で水平回転させる。これにより研磨工程の後では、基板3aの上面と研磨された後の樹脂材料すなわち波長変換層6の上面とは平行な関係となり、波長変換層6の肉厚を高精度で一様化できる。したがって、発光素子3の主光取出し面の全体からの光は、全て一様な波長変換効率を受けて白色に波長変換され、色度が様な白色発光が得られる。

【0030】図3は以上の研磨工程によって形成された波長変換層6の層厚と色度座標xとの関係を実測によって得たデータである。

【0031】波長変換層6の層厚は $40\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ の間で変えたものを製作し、図1に示したGaN系化合物半導体による発光素子3を点灯させて色度座標xをプロットした。このプロットから明らかなように、波長変換層6が厚くなるにつれてx座標の座標値はほぼリニア増加していき、波長変換層6の厚さtとx座標の座標値との間に明瞭な相関があることが判る。このことから、波長変換層6の厚さtを調整することによって、色度座標の座標x値を設定することができ、その結果色度の調整も可能となる。

【0032】また、図3におけるプロット線図により得られたデータによれば、色度座標値のx値の経験式(実験式)は $x=0.0035t+0.0867$ であった。したがって、予め目標とする色度座標のx座標に対して波長変換層6の厚さtを容易に導き出すことができ、所望の白色発光を得ることができる。なお、色度座標におけるy座標については、青色発光の発光素子の発光波長が支配的であり、白色発光への相関は無視できる。

【0033】以上のように、発光素子3の主光取出し面を被覆する波長変換層6の層厚を均一化するように研磨するので、主光取出し面からの光の全てについて同じ波長変換の条件を加えることができ、色度を一様化した良

好な白色発光が得られる。また、図2の(c)での研磨工程による樹脂材料12の研磨量を調整することで、白色発光の色調も自在に調節でき、用途に応じた発光源として最適に利用することができる。

#### 【0034】

【発明の効果】本発明では、発光素子の主光取出し面を被覆する波長変換層の厚さを均一化できるので主光取出し面からの光の波長変換率を一様化でき、色度むらのない発光が得られる。また、波長変換層の厚さを研磨によって調整するので、層厚を任意に設定でき色度も自在に調節でき、青色発光の発光素子を使用する場合では純粋な白色発光が得られ、従来の蛍光灯等に代わる光源として利用できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による半導体発光装置の概略縦断面図

【図2】サブマウント素子と発光素子とによる複合化素子の製造工程を順に示す概略図

【図3】本発明の半導体発光装置における波長変換層の層厚と色度座標のx座標値との関係を示すプロット線図

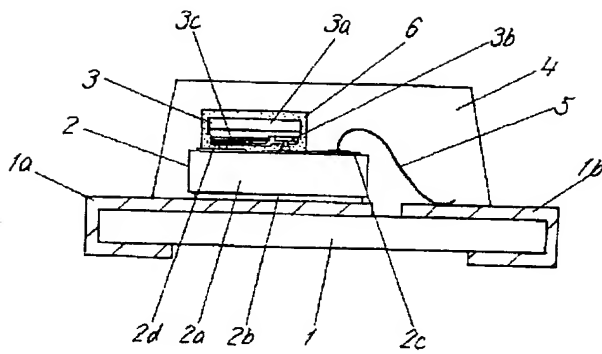
【図4】青色発光の発光素子を樹脂に蛍光物質を混入した波長変換層によって封止した従来例であって、(a)はその概略縦断面図

(b)は概略平面図

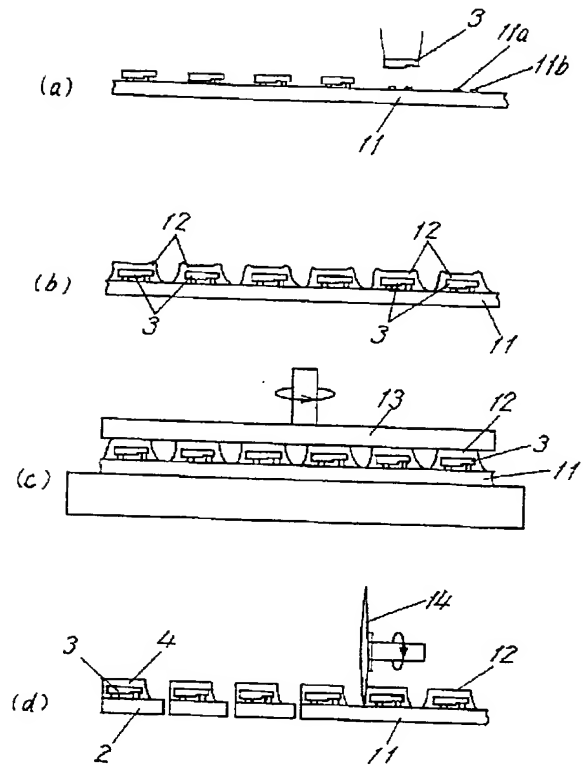
#### 【符号の説明】

- 1 実装基板
- 1 a, 1 b 電極
- 2 サブマウント素子
- 2 a シリコン基板
- 2 b n電極
- 2 c p側電極
- 2 d n側電極
- 3 発光素子
- 3 a 基板
- 3 b n側電極
- 3 c p側電極
- 4 樹脂パッケージ
- 5 ワイヤ
- 6 波長変換層
- 11 基板材
- 11 a, 11 b バンプ電極
- 12 樹脂材料
- 13 研磨ヘッド
- 14 ダイサー

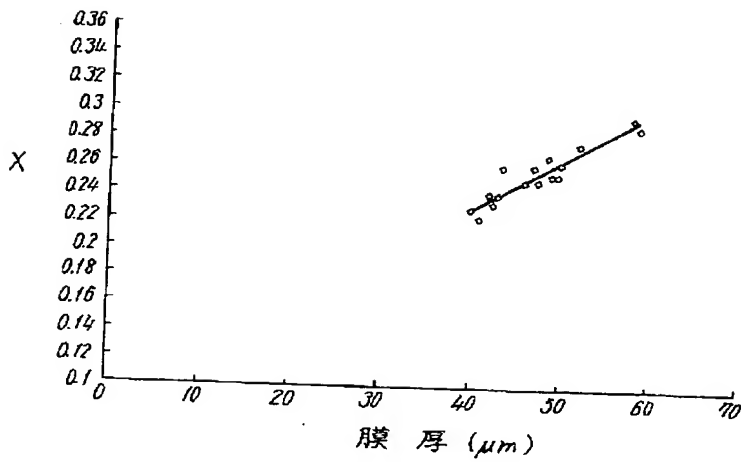
【図1】



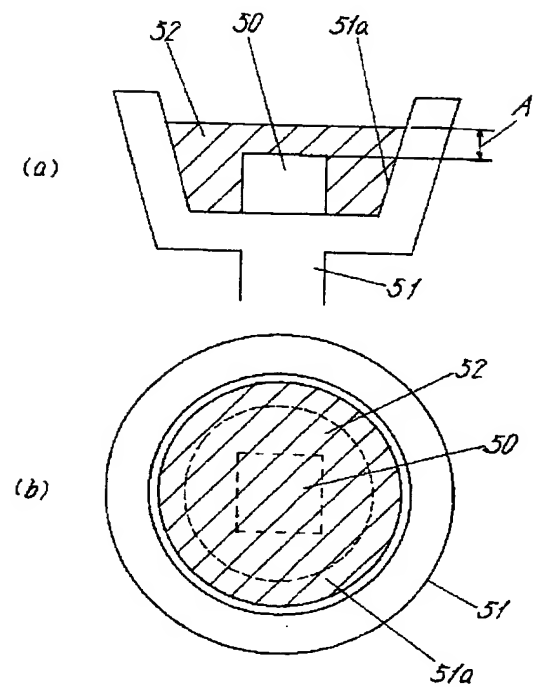
【図2】



【図3】



【図4】





フロントページの続き

(72)発明者 大中原 繁壽  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

(72)発明者 前田 俊秀  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA14 CA33 CA34 CA40 CA46  
CA76 CA91 DA09 DA18 DA44  
DB09 EE17 EE25 FF01

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**